

INFRARED SENSOR ELEMENT

Patent Number: JP2000321125
Publication date: 2000-11-24
Inventor(s): NAKAGI YOSHIYUKI; HATA HISATOSHI; SONE TAKANORI
Applicant(s): MITSUBISHI ELECTRIC CORP
Requested Patent: ☐ JP2000321125
Application Number: JP19990132559 19990513
Priority Number(s):
IPC Classification: G01J1/02; H01L37/00
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve detecting sensitivity of an infrared sensor element by providing a resonance space between an infrared absorption layer and a reflecting layer, thereby reducing a thermal capacity of the element.

SOLUTION: An infrared absorption layer 2 is supported to a reflecting layer 10 by using at least one heat transfer post 4 so as to form a resonance space 13 between the layer 2 and the layer 10, and the layer 10 is connected to a temperature sensitive layer 7 through an insulator film 14. A heat generated from the layer 2 is transferred to the layer 7 through the post 4, the layer 10 and the film 14.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

This Page Blank (uspto)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-321125

(P2000-321125A)

(43) 公開日 平成12年11月24日 (2000. 11. 24)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード* (参考)

G 0 1 J 1/02

G 0 1 J 1/02

C 2 G 0 6 5

H 0 1 L 37/00

H 0 1 L 37/00

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-132559

(22) 出願日 平成11年5月13日 (1999. 5. 13)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 中木 義幸

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 秦 久敏

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 100062144

弁理士 青山 蓑 (外1名)

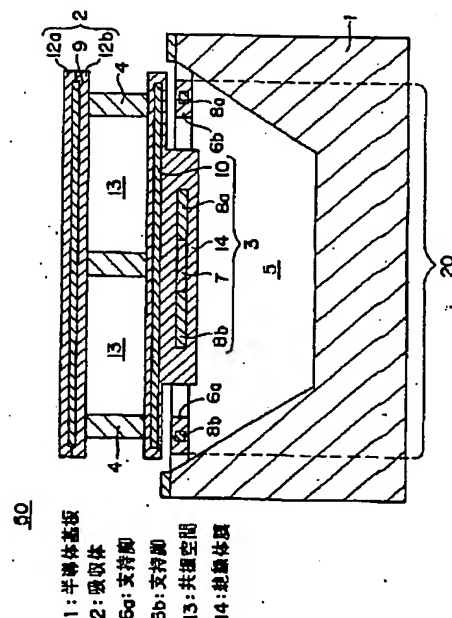
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 赤外線センサ素子

(57) 【要約】

【課題】 赤外線検出感度に優れた赤外線センサ素子を提供することを目的とする。

【解決手段】 赤外線吸収層2と反射層10との間に共振空間13が形成されるように、少なくとも1つの熱伝達柱4を用いて反射層10に赤外線吸収層2を支持し反射層10と感温層7とを絶縁体膜14を介して接合し、赤外線吸収層2で発生した熱を熱伝達柱4、反射層10及び絶縁膜14を介して感温層7に伝達させた。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体基板上に、支持脚を用いて該半導体基板から離れて設けられた感温層と、該感温層の上に互いに所定の間隔を隔てて対向して設けられた反射層と赤外線吸収層とを備え、赤外線を該赤外線吸収層と該反射層との間で光学的に共振させて、上記赤外線を熱として上記感温層で検出する赤外線センサ素子であって、上記赤外線吸収層と上記反射層との間に共振空間が形成されるように、少なくとも 1 つの熱伝達柱を用いて上記反射層上に上記赤外線吸収層を支持しかつ、上記反射層と上記感温層とを絶縁体膜を介して接合したことを特徴とする赤外線センサ素子。

【請求項 2】 上記熱伝達柱が 1 つであることを特徴とする請求項 1 記載の赤外線センサ素子。

【請求項 3】 上記赤外線吸収層と対向するように上記反射層が露出されていることを特徴する請求項 1 又は 2 記載の赤外線センサ素子。

【請求項 4】 上記赤外線吸収層は、第 1 の絶縁体膜、第 2 の絶縁体膜及び該第 1 の絶縁体膜と該第 2 の絶縁体膜とに挟まれる金属赤外線吸収膜からなることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 つに記載の赤外線センサ素子。

【請求項 5】 上記第 1 の絶縁体膜と上記第 2 の絶縁体膜とは、同じ材料からなることを特徴とする請求項 4 記載の赤外線センサ素子。

【請求項 6】 上記赤外線吸収層が、絶縁体膜からなることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 つに記載の赤外線センサ素子。

【請求項 7】 上記半導体基板上に形成された空隙によって、上記半導体基板と上記感温層が離されていることを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 つに記載の赤外線センサ素子。

【請求項 8】 上記半導体基板上に形成された上記支持脚によって、該半導体基板の上方に上記感温層が支持されていることを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 つに記載の赤外線センサ素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は赤外線センサ素子に関する。詳細には熱型の赤外線センサ素子に関する。

【0002】

【従来の技術】現在、熱型の赤外線センサ素子の開発の活発になされている。例えば、マイクロマシーニング技術を用いて小型化された赤外線センサ素子が実用段階にある。このような赤外線センサ素子は、赤外線を検出部で受光し温度変化を発生させ、この温度変化を電気抵抗、自発分極又は熱起電力等の物理量に変換して、赤外線を熱・温度として検出する。従って、検出部で受光した赤外線を有効に熱エネルギーに変換するために、検出部と外界との熱遮断を図る必要がある。このため、赤外

線センサ素子に関して、検出部の周囲を真空にする構造、対流による周囲への熱伝達を低下させる構造、検出部と基板との間の熱伝達を低下させる構造等が提案されている。

【0003】特開平 7-508095 号公報で開示された従来の赤外線センサ素子 70 を図 7 及び図 8 に示す。図中、1 は半導体基板を、117 は感温部を、120、121 は支持脚を、122 はセンサ領域を示す。感温部 117 は、感温層 114、吸収層 116、及び感温層 114 を支持する絶縁層 112、113 から構成される。感温部 117 及び熱分離体 120、121 の下部に位置する基板 1 は除去されている。このように感温層 117 を半導体基板 1 から浮かせることにより、感温層 117 から半導体基板 1 への熱の伝達を抑えることができる。

【0004】次に、赤外線センサ素子 70 の動作について説明する。赤外線が感温部 117 に入射すると、感温部 117 の温度が上昇する。この温度上昇は感熱素子である感温層 114 によって電気信号に変換される。次に、変換された電気信号は、支持脚 120、121 に形成された配線層（図示せず）によって基板 1 に導かれ、処理回路等（図示せず）で処理された後、出力され、赤外線を検出する。

【0005】赤外線センサ素子 70 のセンサ領域 122 には基板除去孔 140、150 が形成されているので、センサ領域 122 に占める感温部 117 の比率が低いものとなる。従って、検知層 114 で検出することができる赤外線は、センサ領域 122 で受光する赤外線の一部に過ぎないので、赤外線センサ素子 70 の赤外線の検出感度は低いという課題があった。

【0006】上記課題を解決するため、特開平 10-209418 号公報は、図 6 に示す赤外線センサ素子 60 を提案している。赤外線センサ素子 60 は、赤外線を吸収する吸収体 203 と熱を検出する感温層 208 とを有する構造であり、吸収体 203 は接続柱 211 によって支えられ感温層 208 に接続されている。また、吸収体 203 は、絶縁体膜からなり、赤外線吸収膜 209 と反射層 210 とを備えている。さらに、検知層 208 は支持脚 206 で基板 1 に支えられ、基板 1 に対して浮き構造をなす。

【0007】次に、赤外線センサ素子 60 の動作について説明する。赤外線吸収膜 209 で受光された赤外線は、反射膜 210 で反射され反射膜 210 と赤外線線吸収膜 209 との間で光学的に共振される。光学的に共振された赤外線は吸収体 203 で熱エネルギーに変換され、接続柱 211 を介して検知層 208 に伝達される。さらに、検知層 208 では、熱エネルギーが電気信号に変換される。このように、赤外線センサ素子 60 は、センサ領域 122 で受光した赤外線を検出する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の

赤外線センサ素子60は、吸収体203の熱容量が大きいので、残像が残りやすく、動きが速い被写体に対しては、赤外線の検出感度が低いという課題があった。

【0009】本発明はこのような課題を解消するためになされたものであり、赤外線検出感度に優れた赤外線センサ素子を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の赤外線センサ素子は、半導体基板上に、支持脚を用いて半導体基板から離れて設けられた感温層と、感温層の上に互いに所定の10 間隔を隔てて対向して設けられた反射層と赤外線吸収層とを備え、赤外線を該赤外線吸収層と該反射層との間で光学的に共振させて、赤外線を熱として感温層で検出する赤外線センサ素子であって、赤外線吸収層と反射層との間に共振空間が形成されるように、少なくとも1つの熱伝達柱を用いて反射層上に赤外線吸収層を支持しかつ、反射層と上記感温層とを絶縁体膜を介して接合したことを特徴とする。即ち、赤外線吸収層と反射層との間に共振空間を形成することで、赤外線が光学的に共振される領域の熱容量を低減して、赤外線センサ素子の検出20 感度を向上させるものである。

【0011】本発明の赤外線センサ素子において、熱伝達柱を1つとしてもよい。

【0012】また本発明の赤外線センサ素子において、赤外線を効率良く光学的に共振させるために、赤外線吸収層と対向するように反射層を露出させるのが好ましい。

【0013】本発明の赤外線センサ素子において、赤外線から熱エネルギーへの変換効率を向上させるために、第1の絶縁体膜、第2の絶縁体膜及び該第1の絶縁体膜と該第2の絶縁体膜とに挟まれる金属赤外線吸収膜から30 赤外線吸収層を形成するのが好ましい。

【0014】さらに、本発明の赤外線センサ素子において、第1の絶縁体膜と第2の絶縁体膜とを同じ材料から形成して、内部応力による赤外線吸収層の変形を防止するのが好ましい。こうすることによって、反射層と赤外線吸収層との間の間隔を一定に保持することが可能になり、反射層と赤外線吸収層との間で発生する赤外線の光学的共振が安定する。

【0015】本発明の赤外線センサ素子において、絶縁40 体膜から赤外線吸収層を形成してもよい。

【0016】本発明の赤外線センサ素子において、半導体基板上に形成された空隙によって、半導体基板と感温層とを離してもよい。

【0017】また本発明の赤外線センサ素子において、半導体基板上に形成された支持脚によって、該半導体基板の上方に感温層が支持させるのが好ましい。

【0018】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 最初に図1及び図2を参照して、本発明の実施の形態1にかかる赤外線セ

ンサ素子50について説明する。尚、図2は、赤外線センサ素子50の上面図を吸収体2、熱伝導柱4及び反射層10を省略して示すものである。

【0019】赤外線センサ素子50は、半導体基板1、検知体3、吸収体2及び支持脚6a、6bを備えている。吸収体2、検知体3及び支持脚6a、6bは、半導体基板1のセンサ領域20上に形成されている。センサ領域20の一部は除去され、空隙5を形成している。

尚、空隙5は、半導体基板1を公知技術である結晶異方性エッチングして形成したものである。本実施の形態1では、半導体基板1のセンサ領域20の一部を除去して空隙5を形成したが、本発明はこれに限定されるものでなく、空隙5を形成することなく、センサ領域20の上方に吸収体2、検知体3及び支持脚6a、6bを形成してもよい（以下の実施の形態2参照）。

【0020】検知体3は、熱を電気信号に変換する感温層7、電気信号を伝送する配線層8a、8b及び反射層10を絶縁体膜14で接合して一体化したものである。詳細に説明すると、感温層7及び配線層8a、8bの表面は絶縁体膜14で覆われて、この絶縁体膜14を介して感温層7及び配線層8a、8b上に反射層10が位置する。さらに、反射層10の表面は絶縁体膜14で覆われている。つまり、検知体3の表面は絶縁体膜14で覆われている。絶縁体膜14は、例えばシリコン酸化膜、窒化シリコン膜等で形成される。感温層7は、ボロメータ薄膜からなるものであり、例えば酸化バナジウム、ポリシリコン、アモルファスシリコン等から形成される。また、配線層8a、8bは、例えばアルミニウム、チタン、タングステン等の金属膜で形成され、反射層10は、例えばアルミニウム等の金属膜から形成される。30

【0021】感温層7を含む検知体3は、支持脚6a、6bによって支持される。支持脚6a、6b及び検知体3の下方には空隙5が形成されている。つまり、空隙5によって検知体3は浮き構造をなし、基板1から熱的に分離されている。また支持脚6a、6bには感温層7に導通する配線層8a、8bが形成されている。

【0022】吸収体2は検知体3の上方に形成されていて、受光した赤外線を熱エネルギーとして吸収する役割を果たすものであり、金属赤外線吸収膜9を上絶縁体膜12aと下絶縁体膜12bとで挟んでなる3層構造である。上絶縁体膜12a及び下絶縁体膜12bは、例えばシリコン酸化膜、窒化シリコン膜等から形成され、金属赤外線吸収膜9は、例えば窒化チタン等から形成される。本実施の形態1では、上絶縁体膜12a及び下絶縁体膜12bの厚さをそれぞれ0.1ミクロンとし、金属赤外線吸収膜9の厚さを0.1ミクロンとする。さらに具体的には、抵抗率が $2\mu\Omega\cdot m$ である金属を金属赤外線吸収膜9とすると、遠赤外線に対する変換効率は9割以上であった。

【0023】吸収体2は、熱伝達柱4によって支えられ

て、検知体3上に支持されている。このようにして、検知体3と吸収体2との間には、共振空間13が形成されている。吸収体2と検知体3とを接続する熱伝達柱4は、熱を検知体3に導くものであり、例えばシリコン酸化膜、窒化シリコン膜から形成される。また、熱伝達柱4は、吸収体2と検知体3とを間隔を一定に保持する役割も果たす。本実施の形態1では、熱伝達柱4を5本とし、その高さを約2ミクロンとする。従って、吸収体2と検知体3とを間隔は2ミクロンに保持される。

【0024】次に、赤外線センサ素子50の動作について説明する。吸収体2に入射した赤外線は反射層10で反射され、吸収体3と反射層10との間の共振空間13で光学的に共振され、熱エネルギーに変換される。次に、変換された熱エネルギーは、熱伝達柱4を介して検知体3の感温層7に伝達される。伝達された熱エネルギーは感温層7で電気信号に変換され、この電気信号が配線層8a、8bを介して処理回路(図示せず)で処理された後、出力される。

【0025】吸収体2及び反射層10は、センサ領域20の直上部を覆うように形成されているので、センサ領域20に入射される赤外線を全て吸収し、熱エネルギーに変換し、検出することが可能である。即ち、センサ領域20の直上部を覆うよう吸収体2と反射層10とを形成することで、赤外線センサ素子50の変換効率は向上する。

【0026】また、赤外線センサ素子50は、吸収体2と検知体3との間に共振空間13を設け、赤外線センサ素子50の熱容量を低減したものである。このように熱容量を低減させることで、赤外線センサ素子50の応答を向上させることができる。

【0027】さらに、赤外線センサ素子50は、感温層7を基板1から熱的に分離させる空隙5を、感温層7を有する検知体3の下方に備えているので、センサ領域20で受光した熱エネルギーが基板1に伝導することを抑制することができる。

【0028】赤外線センサ素子50に関して詳細に検証したところ、以下のようなことが判明した。

【0029】(1) 最初に、吸収体2と反射層10との距離に関して検証したところ、吸収体2と反射層10との間の光学的距離を、吸収体2に入射される赤外線の波長の1/4とすると、共振空間13で減衰する赤外線が減少し、感温層7に伝導される熱エネルギーが増大するので、赤外線センサ素子50の変換効率が向上することが判った。

【0030】(2) 次に、熱伝達柱4の熱伝導性について検証した。熱伝達柱4による吸収体2から検知体3への熱伝導性は、検知体3から基板1への熱伝導性よりも2桁以上優れていることが判明した。つまり、熱伝達柱4は、熱エネルギーに変換された赤外線を効率良く感温層7に導くものであることが判明した。さらに、熱伝達

柱4を1つにしても、吸収体2から検知体3への熱伝導性が衰えることがないことも判明した。つまり、熱伝達柱4を1つにして簡素な構造の赤外線センサ素子を製造することができることが判明した。

【0031】(3) さらに、吸収体をなす絶縁体層の材料について検証した。具体的には、上絶縁体膜を酸化ケイ素とし、下絶縁体膜を窒化ケイ素とする吸収体を作製し、この吸収体を備えている赤外線センサ素子の赤外線変換特性を検証した。このような吸収体は、上絶縁体膜と下絶縁体膜との内部応力が異なるので、吸収体に歪みが発生し、吸収体と金属反射膜との間隔が不均一になる。従って、吸収体と金属反射膜との間で発生する赤外線から熱エネルギーへの変換効率が低下し、赤外線センサ素子の応答効率に悪影響を与える。このような検証から、吸収体をなす上絶縁体膜及び下絶縁体膜は、同じ材料から形成するのが好ましいことが判明した。

【0032】実施の形態2. 本発明の実施の形態2にかかる赤外線センサ素子51は、図3に示すように感温層7を備えている検知体3を基板1の上方に形成したものである。検知体3は半導体基板1に形成された支持脚6a、6bに支えられ浮き構造をなす。検知体3は基板1の上方に形成されているから、検知体3の浮き構造を形成するために、基板1の一部を除去する必要はない。感温層7を備えている検知体3を基板1の上方に形成したことを除いて、赤外線センサ素子51の構造は、実施の形態1の赤外線センサ50と同様である。

【0033】赤外線センサ素子51は、実施の形態1の赤外線センサ素子50と同様の作用・効果を有する。さらに、赤外線センサ素子51に用いられる基板1には除去される領域がないので、各種の電気回路等を形成することができる半導体基板1の表面の面積が広くなり、赤外線センサ素子51の集積度を向上させることができる。

【0034】実施の形態3. 図4に示す本発明の実施の形態3にかかる赤外線センサ素子52は、基板1の空隙5を乾式エッチングで形成したものである。詳細には、基板1の除去しようとする領域5を囲むような溝を異方性エッチングによって形成し、さらにこの溝を埋めるように、例えば酸化ケイ素の耐除去膜11を形成する。つまり、基板1の除去しようとする領域5を耐除去膜11で囲い込む。さらに、基板1を例えば弗化イオウガスや弗化キセノンガスによる乾式エッチングで除去し、空隙5を形成する。

【0035】乾式エッチングによって空隙5を形成したことを除いて、赤外線センサ素子52の構造は、実施の形態1の赤外線センサ素子を同様である。空隙部5の形成に乾式エッチングを採用することによって、赤外線センサ素子52を再現性よく容易に製造することができる。

【0036】実施の形態4. 本発明の実施の形態4にか

かる赤外線センサ素子53は、図5に示すように絶縁体膜12のみから形成された吸収体2a及び表面に反射層10を備えている検知体3aを備えている。つまり、反射層10は露出され、吸収体2aに対向している。

【0037】赤外線センサ素子53のように、金属反射層10を検知体3aの表面に露出させることで、吸収体2aから受光した赤外線は、反射層10で直接反射され、吸収体2aと反射層10との間で光学的共振が発生しやすくなるので、赤外線センサ素子53の検出感度が向上する。

【0038】また、赤外線センサ素子53の吸収体2aは、金属赤外線吸収層を用いることなく、絶縁体層のみで形成されたものである。このように、絶縁体層のみで吸収体2aを形成することによって、赤外線センサ素子53の製造コストを低減することができる。

【0039】

【発明の効果】本発明の赤外線センサ素子は、熱伝達柱によって、赤外線吸収層が反射層を含む検知体に支えられ、赤外線吸収層と検知体との間に共振空間が形成されたものである。このように、赤外線吸収層と反射層との間に共振空間を設けることで、赤外線センサ素子の熱容量が低減されるので、赤外線センサ素子の検出感度を向上させることができる。

【0040】本発明の赤外線センサ素子において、熱伝達柱を1つとすることで、赤外線センサ素子の構造を簡素にすることができる。

【0041】本発明の赤外線センサ素子において、赤外線吸収層と対向するように反射層を露出させることで、共振空間で光学的共振を効率よく発生させ、赤外線センサ素子の検出感度を向上させることができる。

【0042】本発明の赤外線センサ素子において、赤外線吸収層を、第1の絶縁体膜、第2の絶縁体膜及び第1の絶縁体膜と第2の絶縁体膜とに挟まれた赤外線吸収用金属膜とすることで、赤外線センサ素子の検出感度をより向上させることができる。

【0043】本発明の赤外線センサ素子において、第1の絶縁体膜と第2の絶縁体膜とを、同じ材料で形成する

ことで、吸収体の歪みを防止し、反射層と吸収体との間隔を安定させ、赤外線センサ素子の検出感度を向上させることができる。

【0044】本発明の赤外線センサ素子において、赤外線吸収層を絶縁体膜から形成することで、赤外線センサ素子の検出感度を向上させることができる。

【0045】本発明の赤外線センサ素子において、半導体基板に形成された空隙によって、半導体基板と感温層とを離すことにより、感温層を熱的に分離し、赤外線センサ素子の検出感度を向上させることができる。

【0046】また本発明の赤外線センサ素子において、半導体基板上に形成された支持脚によって、半導体基板の上方に感温層が支持させることで、各種の電気回路等を形成することができる半導体基板の表面の面積を広げ、赤外線センサ素子の集積度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1にかかる赤外線センサ素子の断面図を示す。

【図2】 本発明の実施の形態1にかかる赤外線センサ素子の上面図を示す。

【図3】 本発明の実施の形態2にかかる赤外線センサ素子の断面図を示す。

【図4】 本発明の実施の形態3にかかる赤外線センサ素子の断面図を示す。

【図5】 本発明の実施の形態4にかかる赤外線センサ素子の断面図を示す。

【図6】 従来の赤外線センサ素子の断面図を示す。

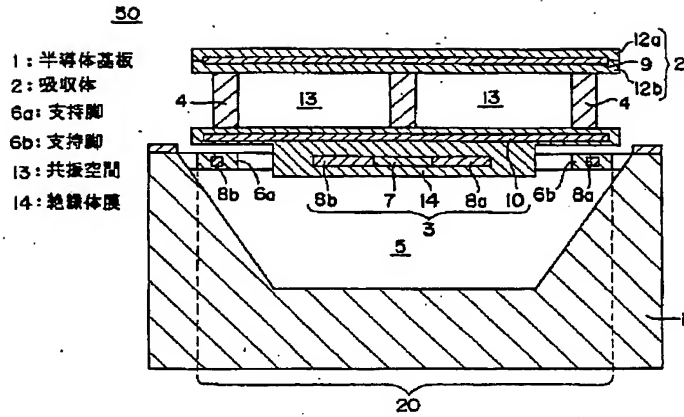
【図7】 従来の赤外線センサ素子の上面図を示す。

【図8】 従来の赤外線センサ素子の断面図を示す。

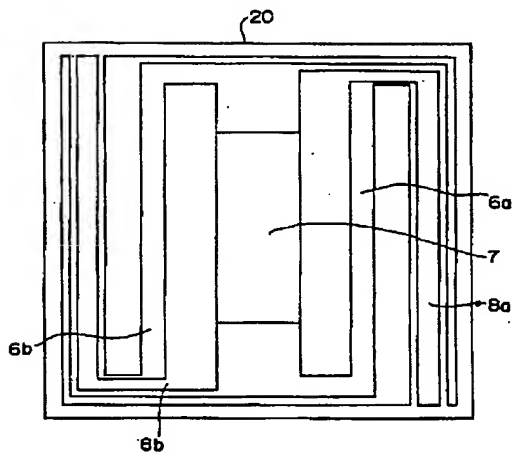
【符号の説明】

1 半導体基板、2 吸収体、2a 吸収体、3 検知体、3a 検知体、4 熱伝達柱、5 空隙、6a 支持脚、6b 支持脚、7 感温層、9 金属赤外線吸収膜、10 反射層、12a 上絶縁体膜、12b 下絶縁体膜、13 共振空間、14 絶縁体膜。

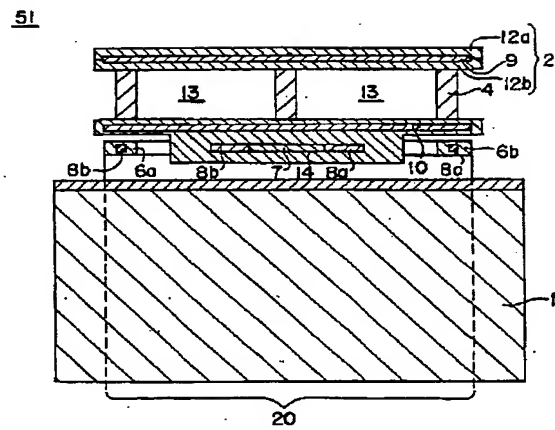
【図1】



【図2】

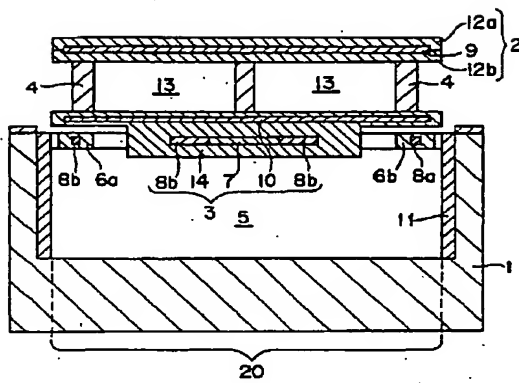


【図3】

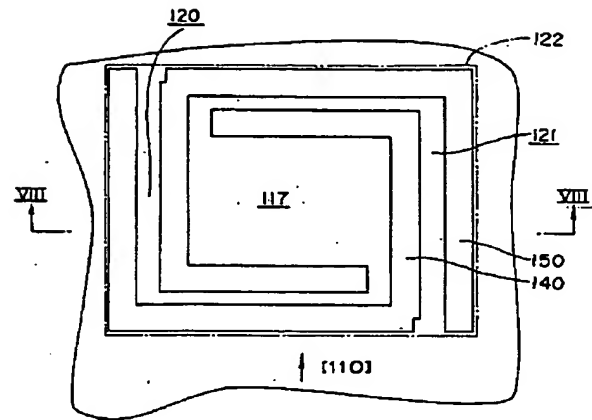


【図4】

52

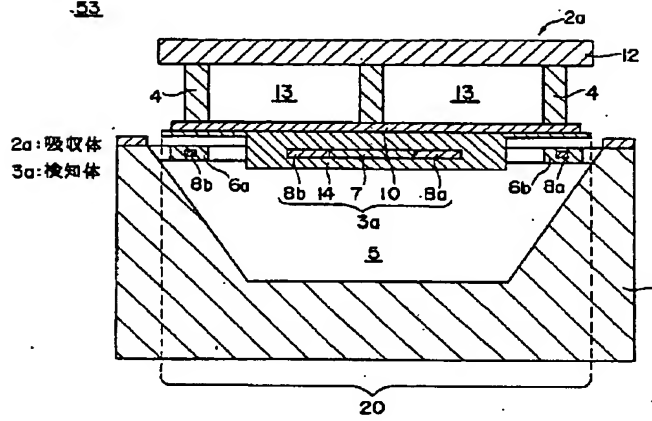


【図7】



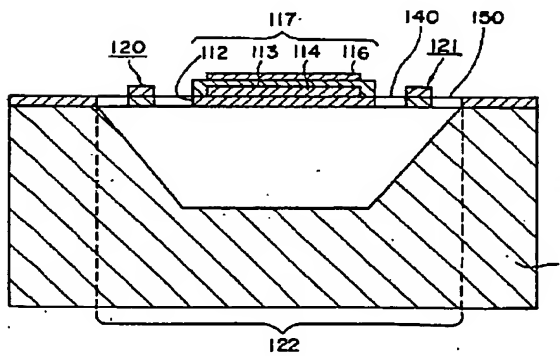
【図5】

53

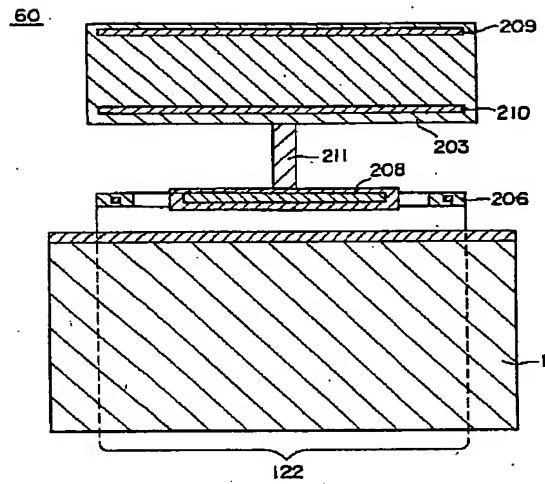


【図8】

70



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 曾根 孝典
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

Fターム(参考) 2G065 AA04 AB02 AB03 BA12 BA32
CA13